

No title available.

Patent Number: ☐ EP0905936
Publication date: 1999-03-31
Inventor(s): PIGEON MICHEL (CA); VALIS TOMAS (CA); LIU KEXING (CA); MILTON DAVID (CA); TOTTI GINO (CA)
Applicant(s):: CAMBRIAN SYSTEMS CORP (CA)
Requested Patent: ☐ JP11331224
Application Number: EP19980306764 19980824
Priority Number(s): US19970917784 19970827
IPC Classification: H04J14/02 ; H04B10/213
EC Classification: H04J14/02A, H04Q11/00P4
Equivalents: AU8192398, CA2245403

Abstract

A communications network has a plurality of nodes interconnected by an optical transmission medium. The transmission medium is capable of carrying a plurality of wavelengths organized into bands. A filter at each node drops a band associated therewith and passively forwards other bands through the transmission medium. A device is provided at each node for adding a band to the transmission medium. Communication can be established directly between a pair of nodes in the network sharing a common band without the active intervention of any intervening node. This allows the network to be protocol independent. Also, the low losses incurred by the passive



filters permit relatively long path lengths without optical amplification.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許公開番号

特開平11-331224

(43) 公開日 平成11年(1999)11月30日

(51) Int.Cl.⁹

識別記号

F I

H 0 4 L 12/42

H 0 4 L 11/00

3 3 0

H 0 4 J 14/00

H 0 4 Q 3/52

C

14/02

H 0 4 B 9/00

E

H 0 4 B 10/20

N

H 0 4 Q 3/52

審査請求 未請求 請求項の数39 審面 外国語出願 (全 48 頁)

(21) 出願番号

特願平10-280401

(22) 出願日

平成10年(1998)8月27日

(31) 優先権主張番号

08/917784

(32) 優先日

1997年8月27日

(33) 優先権主張国

米国 (U S)

(71) 出願人 538134606

カンブリアン システムズ コーポレイシ
ョンカナダ・オンタリオ ケー2ケー 2エッ
クス3・カナダ・レゲット ドライブ
555

(72) 発明者

デイヴィッド ミルトン

カナダ・オンタリオ ケー2ケー 1ブイ
3・カナダ・サンドウェル クレセント
20

(74) 代理人 弁理士 一色 健輔 (外2名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 各ノードにおける受動パススルーを備えた波長分割多重化光通信網

(57) 【要約】

【構成】 通信網は、光伝送媒体によって相互に接続された複数のノードを含む。この伝送媒体は、複数の帯域に分割された複数の波長を搬送することができる。各ノードのフィルタは、それに関連する一の帯域を分波し、他の帯域を伝送媒体を介して受動的に転送する。各ノードには、伝送媒体に一の帯域を合波する装置が設けられる。

【効果】 共通の帯域を共用する通信網上の一对のノードの間で、いかなる介入ノードの能動的な介入もなしに、直接に通信を確立することができる。これにより、通信網はプロトコルに依存しないものとなることができる。また、受動フィルタによる低損失のため、光増幅を行うことなく比較的長い経路を実現することができる。

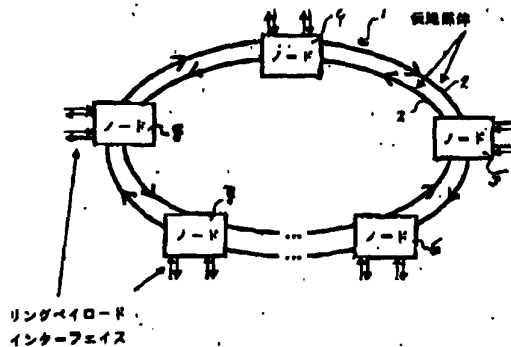


Figure 1,

WDM方向リング

(10)

特開平11-331224

【図1】

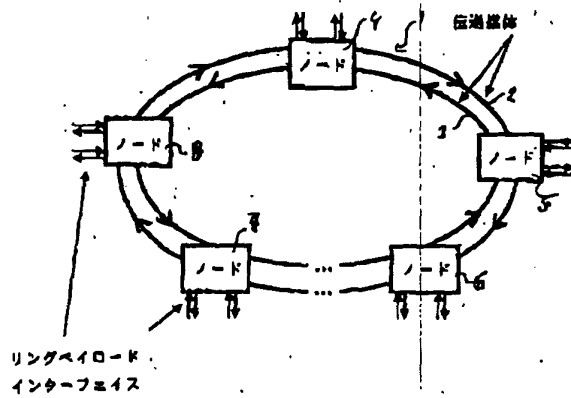


Figure 1. WDM環方向リング

【図2】

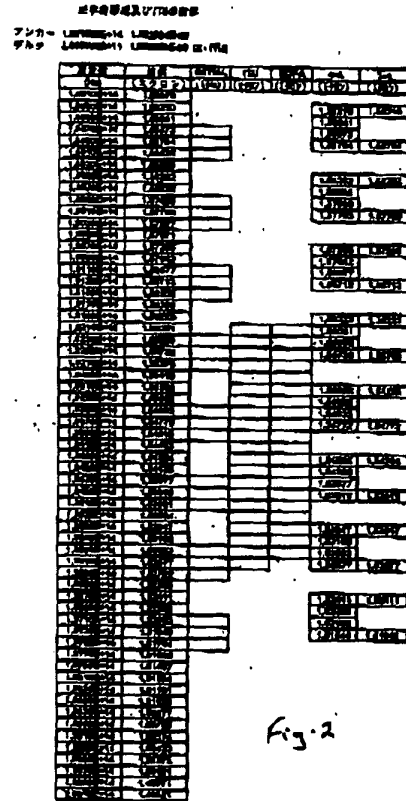


Fig. 2

【図3】

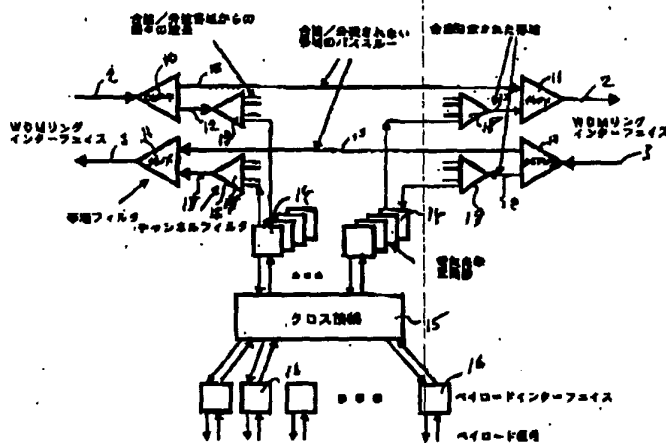
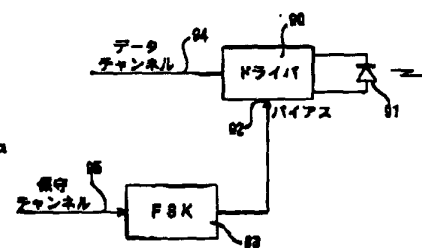


Figure 3. ノードプロセッサ

【図11】



(11)

特開平11-331224

【図4】

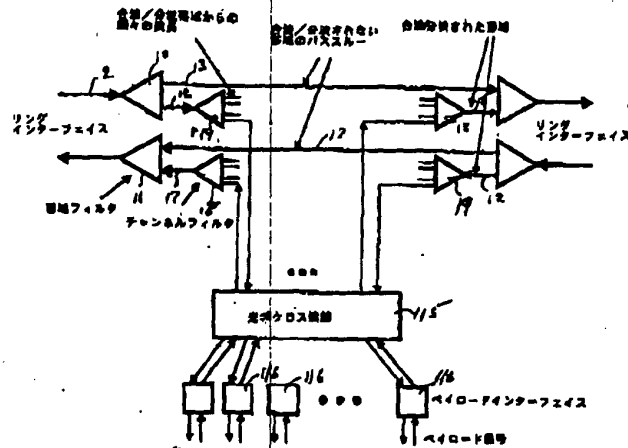


Figure 4. クロス接続を備えたノード

【図5】

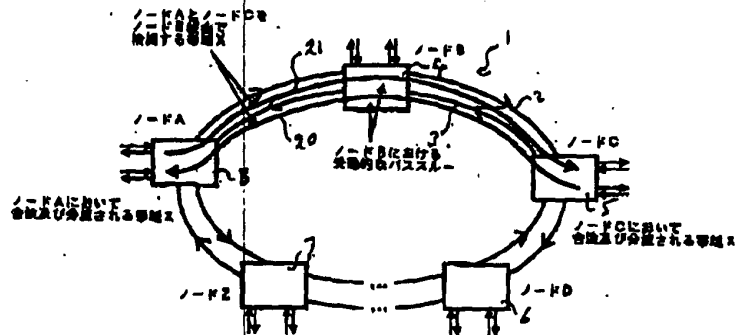


Figure 5. 環状接続の例

(12)

特開平11-331224

【図6】

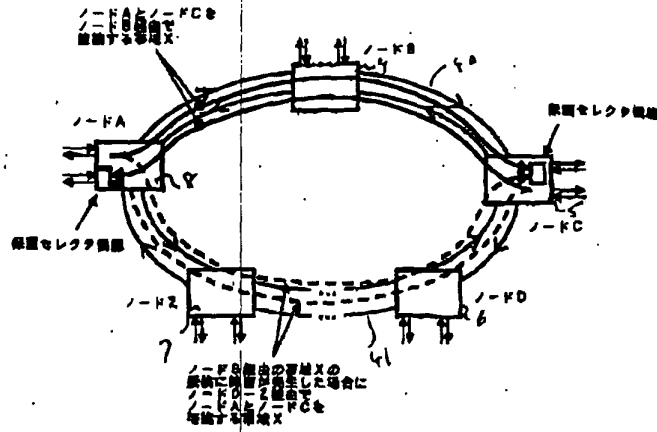


Figure 6

経路切替の例

【図7】

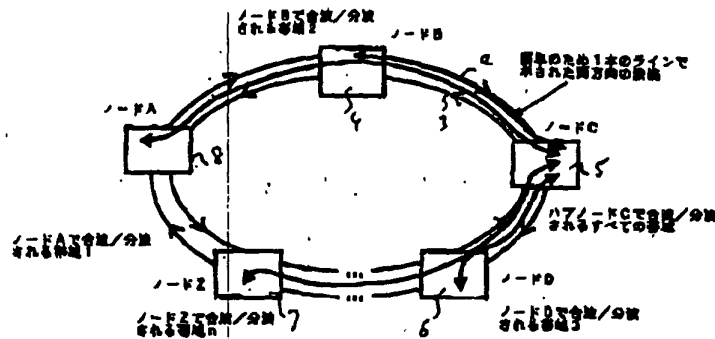
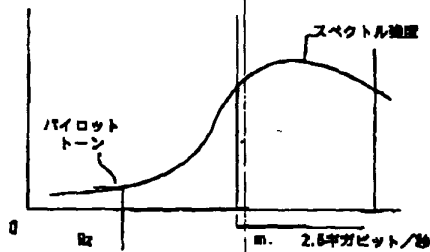


Figure 7

ハブ型接続パターン例

【図12】



(13)

特開平11-331224

【図8】

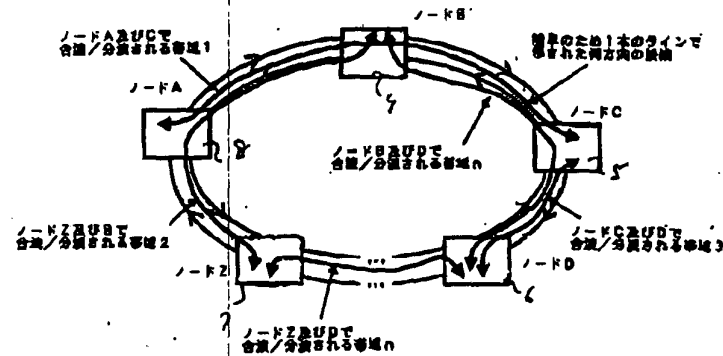


Figure 8. スラッシュ型接続パケータンの例

【図9】

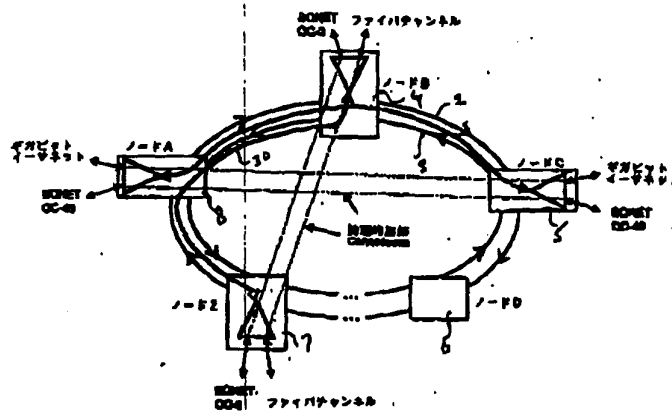


Figure 9. ベイロード番号の例

(14)

特開平11-331224

【図10】

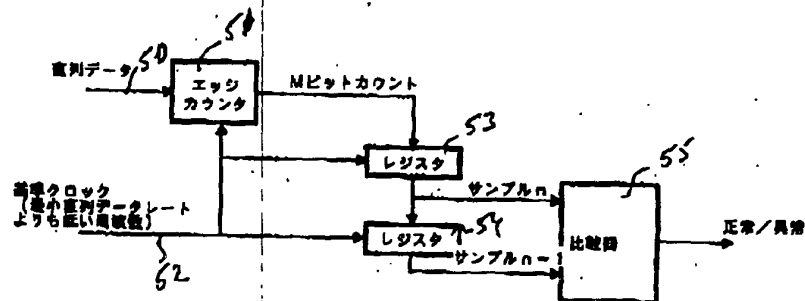
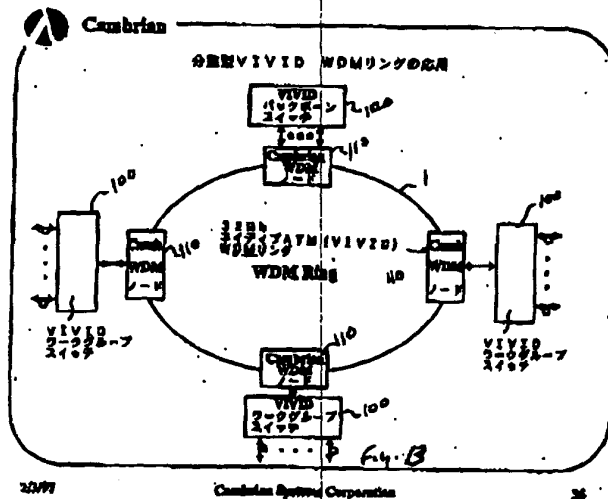


Figure 10. ビットレート一致モニタ

【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 トーマス ヴァリス
カナダ・オンタリオ ケー1エヌ 6ティ
ー1・オタワ・オスグッド ストリート
307

(72)発明者 ジーノ トッツイ
カナダ・オンタリオ ケー2ケー 2ビー
7・カナダ・ウィンディヤー クレッセン
ト 47

(15)

特開平11-331224

(72)発明者 ケシン リウ
カナダ・オンタリオ ケー2エイチ 7ビ
ー1・ネビアン・モンテレイ ドライブ
263

(72)発明者 ミシェル ビジョン
カナダ・オンタリオ ケー2エイチ 9エ
ー1・ネビアン・アスベン グローブ 12

(2)

特開平11-331224

【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のノードと、

前記ノード間を相互接続するとともに、複数の帯域に整理された複数の波長を搬送する光伝送媒体と、各ノードにおいてそれと関連する帯域を分波し、他のノードへのトラヒックを搬送する帯域を合波し、他の帯域を受動的に送出するインターフェイスとを備えた波長分割多重化を用いた通信網であって、それにより、介在するノードの能動的介入なしに、一つの共通帯域を共用する前記通信網上の一対のノード間に直接通信を確立することができる波長分割多重化通信網。

【請求項2】 前記インターフェイスは、ノードにおいて分波されるべき又は複数の帯域以外の帯域を受動的に反射するフィルタを含んでいる請求項1に記載の通信網。

【請求項3】 前記フィルタは干渉フィルタである請求項2に記載の通信網。

【請求項4】 各ノードはさらに、前記フィルタにより分波された帯域内の波長を細分化するデマルチプレクサとして機能する微細フィルタを有している請求項3に記載の通信網。

【請求項5】 前記インターフェイスは、各細分化された波長に関連づけられ、電気信号を発生する受光素子を有している請求項4に記載の通信網。

【請求項6】 前記インターフェイスはさらに、合波されるべき帯域内の波長を発生するレーザを有し、前記レーザは、個別の波長を一つの帯域にまとめるマルチプレクサに向けられている請求項5に記載の通信網。

【請求項7】 前記インターフェイスフィルタはさらに、前記インターフェイスユニットを受動的に通過する帯域に合波されるべき帯域を多重化するマルチプレクサの機能を果たす請求項6に記載の通信網。

【請求項8】 少なくともいくつかのノードは、所望の波長をベイロード信号に選択的に接続するクロス接続スイッチをさらに有している請求項1乃至7のいずれかに記載の通信網。

【請求項9】 前記クロス接続スイッチは電気スイッチであり、前記スイッチと前記インターフェイスの間に電気光学結合器が設けられる請求項8に記載の通信網。

【請求項10】 前記クロス接続スイッチは光学スイッチであり、前記ベイロード信号は光信号である請求項8に記載の通信網。

【請求項11】 一の帯域内の波長は、約1.6nmの間隔である請求項8に記載の通信網。

【請求項12】 帯域は、保護帯域を含めて約9.6nmに分割される請求項11に記載の通信網。

【請求項13】 各帯域の通過帯域は約6.4nmである請求項11に記載の通信網。

【請求項14】 前記ノードは、物理的に一つのリング上に配置される請求項1乃至13のいずれかに記載の通信網。

信網。

【請求項15】 前記リングは双方向リングである請求項14に記載の通信網。

【請求項16】 前記ノードは、波長の帯域によって、論理的にハブ型に接続される請求項15に記載の通信網。

【請求項17】 前記ノードは、波長の帯域によって、論理的にメッシュパターンで接続される請求項15に記載の通信網。

【請求項18】 前記双方向リングは、単一ストランド光ファイバで構成される請求項15に記載の通信網。

【請求項19】 前記ノードは、オープンループ又は二点間接続で物理的に配置される請求項1に記載の通信網。

【請求項20】 前記通信網は双方向性である請求項19に記載の通信網。

【請求項21】 前記通信網は、単一ストランド光ファイバにより構成される請求項19に記載の通信網。

【請求項22】 波長分割多重化を用い、複数の帯域に整理された複数の波長を搬送可能な光伝送媒体によって相互接続された複数のノードを有する光通信網において通信を確立する方法であって、

あるリモートノードに向けて、そのリモートノードに関連づけられた帯域でトラヒックを送出し、

中間に介在するノードにおいて前記帯域を受動的に送出し、

前記リモートノードにおいて前記帯域を分波して、これに向けられたトラヒックを抽出する通信を確立する方法。

【請求項23】 前記ノードは、双方向性リングの形態に物理的に配置される請求項22に記載の方法。

【請求項24】 前記帯域を分波するリモートノードに対して前記通信網を介して送信を行うノードにおいて、波長の前記帯域を合波するステップをさらに含む請求項22に記載の方法。

【請求項25】 帯域間でデータを転送するノードにおいて波長のスイッチングを行うステップをさらに含む請求項24に記載の方法。

【請求項26】 あるノードにおいて所定の帯域を分波するデマルチプレクサと、前記デマルチプレクサからの光入力信号を電気出力信号に変換する手段と、電気入力信号から光出力信号を発生する手段と、所定帯域の前記光出力信号を前記通信網に合波するマルチプレクサとを備え、

前記デマルチプレクサ及びマルチプレクサは、前記分波される帯域以外の帯域の光信号を受動的に送出するように構成されている波長分割多重化を用いた光通信網に利用されるインターフェイス装置。

【請求項27】 前記マルチプレクサ及びデマルチプレクサは、前記分波された帯域を抽出し、その他の帯域を

(3)

特開平11-331224

反射する光学フィルタを有している請求項25に記載のインターフェイス装置。

【請求項28】 前記光学フィルタは干渉フィルタである請求項26に記載のインターフェイス装置。

【請求項29】 複数のスイッチングノードと、リング上で複数の帯域に整理された複数の波長を発生する手段と、前記波長の少なくとも一つで保守チャンネルデータをパイロットトーンとして送信する手段とを有する光ファイバによる波長分割多重化リング。

【請求項30】 保守チャンネルデータを送信する前記送信手段は、前記複数の波長を発生する手段のバイアス電流を変調する請求項29に記載の光ファイバによる波長分割多重化リング。

【請求項31】 前記送信手段は、少なくとも一つの前記波長の保守チャンネルデータをFSK変調する請求項30に記載の光ファイバによる波長分割多重化リング。

【請求項32】 前記送信手段は、少なくとも一つの前記波長の保守チャンネルデータをQAM変調する請求項31に記載の光ファイバによる波長分割多重化リング。

【請求項33】 前記送信手段は、少なくとも一つの前記波長の保守チャンネルデータをOFDM変調する請求項30に記載の光ファイバによる波長分割多重化リング。

【請求項34】 前記保守チャンネルは、ビット誤り率(BER)又はデータチャンネルのウォーターフォールカーブ性能に適合する変調深さを有し、保守チャンネルデータをモニタすることにより、保守チャンネルのペイロードを見ることなく、システムがデータチャンネルの性能を判定することができるようにしている請求項29に記載の光ファイバによる波長分割多重化リング。

【請求項35】 ある地理的な地域に分散された複数の交換部品と、それら交換部品間を相互接続するとともに複数の帯域に整理された複数の波長を搬送する光ファイバによる波長分割多重化リングと、各交換部品においてその交換部品に関連づけられた一の帯域を合波/分波させ、他の帯域は受動的に転送する手段とを備えた分散高速パケット交換機であって、前記交換機の一部を形成する交換部品の対は、それらに関連づけられた帯域中の波長で直接通信を行う分散高速パケット交換機。

【請求項36】 前記交換機はATM交換機である請求項35に記載の分散高速パケット交換機。

【請求項37】 複数のノードと、個別リンクを介してそれらのノードを相互接続する光伝送媒体とを有する波長分割多重化を用いた通信網において、通信網上で通信を行ういずれのノード間であっても、受信信号の品質、パワーレベル、ビット誤り率といった個別のリンク性能を最適化する方法であって、保守チャンネルリンクを通してデータを送信する方法。

【請求項38】 複数のノードと、個別リンクを介してそれらのノードを相互接続する光伝送媒体とを有する波

長分割多重化を用いた通信網において、データチャンネルが有効なトラヒックを搬送しているのかノイズを搬送しているのかを判定する方法であって、データチャンネルのビットレートの一致を検査する方法。

【請求項39】 複数のノードと、個別リンクを介してそれらのノードを相互接続する光伝送媒体とを有する波長分割多重化を用いた通信網において、パルスのリタイミングが必要か否かを判定し、周波数機敏クロック回復及びジッタフィルタ回路の制御を行う方法であって、データチャンネルのビットレートを測定する方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、波長分割多重化を用いて光通信網中において通信接続を形成する方法及び装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】帯域幅に対する増加し続ける要求により、高速伝送網の成長に拍車がかかっている。現在、こうした伝送網において用いられる基本的な規格はSONETであり、これは同期光通信網の略語である。SONET規格は、二地点間及びリングネットワークボロジ一中の光伝送速度の階層を規定している。例えば、SONET規格の光キャリアレベル3(OC-3)は、155Mb/sで伝送を行い、OC-12では、622Mb/sで伝送を行う。SONETは、ある範囲の異なるペイロードプロトコル及びペイロードビットレートを伝送することができるダウンシににくい伝送設備を提供するために開発された。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】障害に耐える能力は、SONETにおいて、故障発生時における通信の回復を調整するためのSONETに規定された標準プロトコルを備えたリングボロジ一を用いて達成される。リングでは、常に、リング上の二つのノード間の相互接続に用いることができる二つの別のルートが存在する。これらのルートの一つに故障が生じた場合、他のルートの予備容量は、故障によって影響されたトラヒックの回復に用いられる。SONETにおいては、すべてのノードは光信号全体を終端させて、すべてのペイロードへアクセスできるようにしなければならない。これは、一般に、ペイロードの小さなサブセットにアクセスするのみで、残りのペイロードを下流側の他のノードに通過させる場合であっても同様である。故障中にノードが予備容量へアクセスするのを調整する自動保護交換(APS)プロトコルに各ノードをアクセスさせるためにも、すべての光信号の終端は必要となる。残念ながら、すべてのノードにおいてすべての光信号を終端させるというSONETにおける要求のため、リングネットワークの能力をアップグレードするプロセスは、時間もコストもかかるものとなる。ただ一つのノードのみが容量の追加を必要とし

(4)

特開平11-331224

ている場合であっても、全てのノードをアップグレードしなければならないからである。

【0004】様々なペイロード及びペイロードビットレートを伝送するために、SONET規格は、全てのペイロードをマップする必要があるペイロードのエンベロープ構造を規定する。このエンベロープは、時分割多重化されたSONET信号内の一つのタイムスロットにより伝送される。これにより種々のペイロードの伝送能力がSONETネットワークに与えられるが、新たなペイロードについては、マッピングが規定され、インターフェイス回路が開発、配備されるまで伝送することが出来ない。さらに、ネットワーク中の余剰の容量が新たなペイロードのビットレートを処理するために不十分な場合には、ネットワーク全体をアップグレードしなければならないこともある。従って、SONETネットワークは、より大きな容量を必要とし、広範囲のプロトコルが導入される今日のサービスのニーズに応えることは出来ない。

【0005】今日の通信事業者のネットワークは、一般に、エンドユーザをその事業者のネットワークに接続するアクセス部と、アクセスネットワーク間を相互接続する伝送部（バックボーン又はコアネットワークとも呼ばれる）とによって構成される。ネットワークのアクセス部は、新たに生じる多様なサービスを行うために、非同期転送モード（ATM）、非同期デジタル加入者ループ（ADSL）及びSONET等のより多くの種類の信号タイプに対応する必要に迫られている。これらの新たなペイロードは、潜在的なサービスをサポートするために、より高いビットレートを要求しがちである。伝送ネットワークは、エンドユーザの数の増加を反映するアクセスネットワークの数及びサイズの増加とともに、アクセスネットワークから生じる高ビットレートのサービスを必要とするために、より大きな容量を設ける必要に迫られている。そこで、本発明の目的は、SONETに基づくネットワークの制限を緩和することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、複数のノードと、前記ノード間を相互接続するとともに、複数の帯域に整理された複数の波長を搬送する光伝送媒体と、各ノードにおいてそれと関連する帯域を分波し、他のノードへのトラヒックを搬送する帯域を合波し、他の帯域を受動的に送出するインターフェイスとを備えた波長分割多重化を用いた通信網であって、それにより、介在するノードの能動的介入なしに、一つの共通帯域を共用する前記通信網上の一对のノード間に直接通信を確立することができる波長分割多重化通信網が提供される。

【0007】本発明による通信網は、プロトコル及びビットレートに依存せず、従って電気通信事業者のアクセス及び伝送通信網における要求に対して、SONETよりも迅速に反応することが出来る。各ペイロードは、別

々の光の波長によって搬送され、ペイロードは、波長分割多重化技術を用いて多重化される。

【0008】一つの帯域は、狭い間隔で隔てられた波長の群によって構成される。通常、帯域間には保護帯域が設けられ、全体のスペクトルから一つの帯域を簡単に浮波することが出来るようにしている。例えば、一の帯域は、1.6 nmの間隔を持つ四つの波長で構成され、帯域の合計帯域幅は、 $4 \times 1.6 = 6.4$ nmとなる。さらに、3.2 nmの保護帯域が設けられているので、全体の帯域幅は、 $6.4 + 3.2 = 9.6$ nmとなる。

【0009】一の帯域は二つのノード間の接続に関連づけられており、例えばノードAを、中間に介在するノードBを経由してノードCに接続しようとする場合、両ノードA、Cは、同一の帯域、例えば帯域Xにアクセス（合波/分波）しなければならない。ノードAは、ノードCに帯域Xで送信を行い、この帯域は、介在するノードによって受動的に転送される。

【0010】各ノードにはカスケード接続されたフィルタが含まれているので、離散した波長とは別の帯域を使用することによって、フィルタの仕様を副帯波のロールオフスロープの領域において緩和させることが出来る。主（または帯域）フィルタは、波長の帯域を識別する。さらに、帯域フィルタの後段に設けられる狭い帯域幅のフィルタを用いて特定のチャンネルに細分化する。

【0011】多段フィルタリングの方法を用いることによって、リングネットワークの他の構成に比べてエネルギー効率が向上する。これは、帯域フィルタがリング周りで反復される主フィルタ要素である事実によるものである。ノードにおいて個別の波長を浮波する一方残りの帯域を通過させる場合ほど早く、ノードがリングに追加されると、帯域フィルタ要素による減衰損失は生じない。

【0012】インターフェイスは、通常フィルタの形態をとり、分波されるべき波長を分離し、他の帯域は反射により転送される。フィルタは、伝送媒体からのノードに関連づけられた波長を分波及び合波するマルチプレクサ/デマルチプレクサとして作用する。

【0013】フィルタは、最小損失の干渉フィルタであることが好ましく、損失が1 dB未満であることが好ましく、代表的には0.5 dBとする。波長スペクトルのそれぞれノードに関連づけられた帯域への分割は、受動フィルタにおける損失を減少させるための重要な因子である。個別の波長を用いた場合には、損失は、3乃至6 dB程度となることが予想され、通信網の最大サイズが大幅に制限されることとなる。

【0014】本発明の重要な利点は、各波長によって、一对のノード間にプロトコルに依存しない高速ビットパイプが最小損失で形成されることである。一実施例によるノードは、波長を空変するためのクロス接続スイッチを含んでいる。例えば、帯域CでノードA、C間にパスが形成され、帯域FでノードC、F間にパスが形成さ

(5)

特開平11-331224

れ、そしてノードA及びFの間にはバスが存在しない場合、ノードAは、ノードFへのトラヒックを帯域Cを分波するノードCに最初に出し、トラヒックがノードFに対するものであることを検出してクロス接続を介してトラヒックを帯域Fで送出し、それはノードFにおいて分波される。

【0015】したがって、通信網の光バスは、波長が合波/分波されるノードを除き、受動的である。周長30 kmのリングを達成するのに光増幅器を用いる必要がないように、システムはまた、すべての波長バスにおいて低い総合損失を有している。全パワーロスの予測値は、30 dB程度であると予測される。代表的な最大限の構成を有するシステムにおいて、光学的損失の約1/3はファイバにおいて(〜9 dB)、約1/3の損失は光学的合波/分波フィルタ(16の帯域フィルタ一つあたり0.5 dB=8 dB)において生じる。残りの30 dBの光学的パワーの予測値は、接続損失、スプライス及び部品の経年変化のために確保されている。

【0016】本発明の他の構成によれば、波長分割多重化を用い、複数の帯域に整理された複数の波長を搬送可能な光伝送媒体によって相互接続された複数のノードを有する光通信網において通信を確立する方法であって、あるリモートノードに向けて、そのリモートノードに関連づけられた帯域でトラヒックを送出し、中間に介在するノードにおいて前記帯域を受動的に送出し、前記リモートノードにおいて前記帯域を分波して、これに向けられたトラヒックを抽出するステップを備えた、通信を確立する方法が提供される。

【0017】本発明のさらにもう一つの構成は、あるノードにおいて所定の帯域を分波するデマルチプレクサと、前記デマルチプレクサからの光入力信号を電気出力信号に変換する手段と、電気入力信号から光出力信号を発生する手段と、所定帯域の前記光出力信号を前記通信網に合波するマルチプレクサとを備え、前記デマルチプレクサ及びマルチプレクサは、前記分波される帯域以外の帯域の光信号を受動的に送出するように構成されている、波長分割多重化を用いた光通信網に利用されるインターフェイス装置を提供する。

【0018】本発明のさらにもう一つの構成は、複数のスイッチングノードと、リング上で複数の帯域に整理された複数の波長を発生する手段と、前記波長の少なくとも一つで保守チャンネルデータをパイロットトーンとして送信する手段とを有する光ファイバによる波長分割多重化リングを提供する。保守チャンネルは、波長を発生する装置のバイアス電流の変調すること、通常はレーザにより、簡便に注入される。

【0019】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施例を添付図面を参照しながら詳細に説明する。図1を参照すると、参照符号1で示される波長分割多重化(WDM)リング

型ネットワークは、多数のノード4, 5, 6, 7, 8を含む二つの逆方向に伝送するリング2, 3で構成され、これらのノードは、リング2, 3に対するインターフェイスを形成する。図1は、ネットワークの物理的レイアウトを示していることが分かるであろう。リング2, 3は、これらノードのレーザによって発生される多重波長を伝送することができる光ファイバによって物理的に構成される。ノード間の交互接続性は、以下に説明するようにして、WDM接続によって与えられる。

【0020】例えば、各リングは、各ノード間に相互接続性を与える八つの帯域に分割された16又は32の波長を伝送することができる。一般に、各帯域には2つ又は4つの波長が含まれる。8つの帯域であれば、各帯域に2つの波長が含まれる場合には、合計16の波長が存在し、各帯域に4つの波長が含まれる場合には、合計32の波長が存在し、例えば、各帯域毎に9.6 nmの合計間隔に関して、3.2 nmの保護帯域とともに1.6 nmの間隔が与えられる。図2は、一般的な帯域及び波長の分布を示している。一般に、8つの帯域と仮定した場合、ノードの最大数は8つになる。

【0021】各ノード4, 5, 6, 7, 8は、各ノードに特定の波長である所定の帯域を合波/分波させる。例えば、ノード6は、1.52411, 1.52256, 1.52102及び1.51948 μm の波長を含む1.52411から1.51948 μm 帯域を分波する。ノード4とノード6との間の経路を形成するために、ノード4は、ノード6に対して、逆回りの両リング2, 3を介してこの帯域で送信を行う。この帯域は、ノード5, 7, 8によって受動的に反射され、当該帯域を分波してそのトラヒックを抽出するノード6に送られる。本発明の原理によれば、これらの波長の帯域により、リング上のいずれのノード間においても、中間ノードを介することなく、直接にプロトコルとは無関係に接続が可能となっている。リング上のノードは、所望の対のノード間において波長接続をすることにより、例えばスター型接続又はメッシュ型接続等のいずれの在来の態様によっても相互接続することが可能である。

【0022】波長交換機構を備えた代表的なノードについて、図3を参照しながらさらに詳細に説明する。デマルチプレクサ10及びマルチプレクサ11は、光ファイバのリング2, 3に接続した状態で示されている。デマルチプレクサ10は、そのノードに関連づけられた特定の波長帯域を分波し、マルチプレクサ11は、ノードに関連づけられたその特定の波長帯域を合波する。物理的に、MUX/DEMUX 10, 11は、それぞれ、分波/合波されるべき選択された帯域を送信し、残りの帯域を受動的に反射する単一の高性能光学インターフェイスフィルタにより構成される。フィルタは、例えば、二色性フィルタ、サーキュレータベースのブラッググレーティングフィルタ、溶融双円錐テーパベースのブラッググ

(6)

特開平11-331224

レーティングで構成することが出来る。好適なフィルタは、カナダ国、オタワのJDS Fitelによって作成される。こうしたフィルタにより、低通過損失(<1 dB)及び適度な(<2 dB)合波/分波ロスが得られる。デマルチプレクサ10により分波されない帯域13は、ノードを通して受動的に送られる。物理的な条件として、特定のノードに割り当てられていない波長の帯域13は、次のノード等に向かって、上述のように当該帯域13が分波される目的ノードに到達するまで受動的に反射される。

【0023】各リング2, 3から分波された帯域12は、分波した帯域を個別の波長に分離する第二の微細な光学フィルタ19を通過される。細分された波長は、光入力から電気信号を発生する電気光学変換器14を通過する。電気信号は、ネットワークにアクセスするペイロードインターフェイス装置16に接続されたデジタルクロス接続スイッチを通過する。逆に、クロス接続15は、異なる波長又は帯域間でのスイッチングを可能とする。後者の場合、クロス接続15は、同一のリング又は異なるリング上の異なる帯域を合波/分波するために同一ノードに設けられた他のMUX/DEMUXフィルタ(図示せず)に接続される。

【0024】帯域の合波は、帯域を分波する方法とは逆の要領で同様に行われる。電気信号は、電気光学変換器14によって光学信号に変換され、合波されるべき特定の波長の帯域を結合する微細チャンネルフィルタ18に通される。それらのフィルタ18の出力はMUX11に通され、送られた帯域13と組み合わせられる。物理的な条件において、合波された帯域は、光学フィルタを通して伝送され、受動的に反射された、送信された帯域13と結合される。

【0025】ノードフィルタの「最適な」構成は、入力ポート、出力ポート、1, 2, 又は4の「分波」ポート及び1, 2又は4の「合波」ポートを有する4, 6, 又は10ポートの装置である。8つの帯域があるので、各帯域につき一つで、8種類の装置が存在する。帯域を合波/分波する場合には、こうした装置の一つが使用される。各ポートは、特定の波長に対応している。

【0026】フィルタは、受動光学装置に高度に一体化されている。フィルタのデザイン及び構成は、一つの波長(約1 nmの帯域幅)が分波ポートから分波でき、一つの波長(約1 nmの帯域幅)が合波ポートに合波することができるようになっていて、リング上の二つの点における同一の帯域フィルタを用いて、1, 2または4つの波長を、それらの点間における双方向「通信」パイプを実現するために用いることが出来る。これらのパイプは、同一の帯域フィルタを他のノードが使用しない限り、光ファイバのリング上の全ての他の波長から独立している。実際にシステムにおいて使用される各波長は、透明のデジタル「ビットパイプ」として機能する。一

つの波長におけるデータの全てのデータのフォーマット化も内在する装置によって行われる。このシステムは、プロトコルに依存しない。本発明は、物理的リング上のノード間を、プロトコルに依存せずに直接接続する帯域を採用しており、物理的な意味で隣接していることを要しない。

【0027】図4は、電気光学変換器が省略され、クロス接続スイッチ115が光学的スイッチングを行い、光学インターフェイス116に光学的出力を与える光学スイッチング装置であることを除けば、図3に示された装置と同様の装置である。光学的スイッチングにより、波長変換が光学的に実現される。電気吸収装置及び/又は半導体光増幅器(SOAs)を、この変換を行うために用いることが出来る。

【0028】一般に、各ノードは、少なくとも一つの帯域フィルタと、少なくとも一つのレーザダイオードと、ドライバ及びMTCE(保守チャンネル変調器)と、少なくとも一つのPINダイオードレシーバと、トランスインピーダンス増幅器と、制限増幅器と、MTCE復調器と、微細光学フィルタと、イーサネットポート及びノード制御HWを備えた保守チャンネル制御プロセッサと、内在する装置又は試験データ発生器(オプションモジュール)に対する波長毎のインターフェイスとを有している。オプションとして、PLLデータ再生器及びクロス接続マトリックスを設けることができる。低周波数帯域通過フィルタは、保守チャンネルデータを取り出し、PLL型FSK復調器により復調される。そのデータストリームは、ついで、保守プロセッサに送られる。

【0029】各波長は、DFB(分布帰還型)レーザ又はブラッググレーティング反射型レーザによって、フィルタの特性に合致するように選択された波長で駆動される。レーザの出力は、-3 dBmから高くとも+6 dBmの範囲である。レーザの構成部材には、熱安定性が要求される(また、特定波長への微調整手段を設けることも必要となる)。レーザは、監視ダイオード及び装置のバイアス要求を組み合わせた単一チップの制御回路によって駆動される。一般に、これらの装置は、PECL差動入力を持している。

【0030】図5は、本発明により動作する通信網の接続性ダイアグラムの一例を示している。ノードは、図1を参照して説明したように、ノードは、逆回りの光ファイバによるリングによって、リング上で物理的に相互接続される。波長の帯域は、非隣接リング間のWDMプロトコルに依存しない直接接続を可能とする。図5において、帯域Xは、ノード5をノード8に双方向で接続する。これは、ノード5及び8において帯域Xが合波及び分波されること、すなわち帯域Xがノード4において干渉フィルタにより受動的に反射されることを意味している。

【0031】本発明はさらに、ノード間の直接接続とし

(7)

特開平11-331224

て作用する帯域によって、保護スイッチングを可能としている。図6は保護スイッチングの一例である。図6では、帯域Xがリング1の両側の円弧部40、41上の二つの異なるパスを経由して、二つのノードを接続している。これらの円弧部の一方は、他方のパスに障害が生じた場合に、その帯域中の全ての波長に対する復旧パスとして使用される。図6において、一つの帯域がノードAとCとを接続している。ノードBを通る円弧部40が通常使用され、ノードDないしZを通る円弧部41は、予備のパスとなる。ノードA及びCは、接続の各終端においてこの帯域から分波された信号の品質を監視する。ノードBを経由する接続に障害が生じた場合には、ノードA及びCは、ノードD-Zを経由して接続を回復する。

【0032】分波するノードは、品質の基準として、各波長における光パワーの測定値を用いることができる。光パワーが予め設定された閾値より低下すると、保護スイッチングが起動される。この測定値は、プロトコル又は波長により搬送される情報のビットレートに依存しない。

【0033】プロトコル又はビットレートに依存しない他の品質の尺度は、ビットレート一致モニタである。分波するノードは、所定の単位時間（予測される最も低いビットレートのビット時間に比べて長い）内に受信されるビット数をカウントし、そのカウント値を記録する。このカウント値が、ある基準値を越えて変化すると、そのチャンネルにノイズが乗っており、従って故障していることを示している。

【0034】ビットレート一致モニタの一例が図10に示されている。到来する直列データ50はエッジカウンタ51に送られ、Mビットカウントをレジスタ53に入力する。基準クロックは最小直列データレートに比較して低い反復速度を持ち、レジスタ53、54に入力されて、カウントされたサンプル値n及びn-1をラッチするとともに、カウンタに入力されて、サンプル間においてカウンタをリセットする。レジスタ53からのサンプル値n及びレジスタ54からのサンプル値n-1が、比較器55によって比較され、到来するビットレートの一致性に依存して真の/出力を発生する。

【0035】トラヒックのスイッチングを調整するために、接続の各端部のノードは直接通信を行う必要がある。例えば、図6において、接続の障害がノードCのみにおいて観察されると、ノードCはノードAと通信して、ノードBを経由してその帯域にわたって送出されていた波長を、ノードD-Zを経由する帯域にわたって受け取る必要がある。これは、各波長のパイロットトンによって搬送される一乃至複数の保守チャンネルを用いることにより達成される。

【0036】図7は、本発明の原理によってノードを相互接続することが可能な方法の他の例としての、ハブを持つ接続パターンを示している。図7において、ノード

C(5)がハブとして機能し、このノードCからハブノード5と他のノードとの間に、専用波長を用いて接続が形成される。

【0037】図8は、ノードがメッシュパターンの形態で接続されるメッシュ配置を示している。いずれの場合においても、波長は、隣接しているかいないかに関わらず、ノード間をプロトコルに依存せずに直接高速接続を形成するビットパイプとして機能する。

【0038】図9は、本発明に従って作用するリングによって搬送する事が出来る信号ペイロードの一例を示している。図9において、帯域30は、ノード4、7間のプロトコルに依存しない接続を形成する。この接続は、ノード間で、SONET OC-3のトラヒック及びファイバチャンネルのトラヒックを直接伝送することが出来る。システムのアーキテクチャは、プロトコルに関して何も知る必要がない。帯域7は、ノード7における高速ビットストリームを単に搬送し、相手方ノードにおいてSONET及びファイバチャンネルストリームに分解できる。図9はさらに、ノード5及び8間に送出されるギガビットイーサネット及びSONET OC-48トラヒックを示している。ここでも、リングは、内包されるプロトコルとは無関係である。データは、内在するプロトコルを考慮することなくキャリア波長により単に高速ビットストリームとして搬送される。

【0039】もちろん、複数のリングを、共通ノードに相互接続してカスケード接続することは可能である。しかしながら、多数のリングがカスケード接続される場合、電気/光学信号に対する分散効果及びジッタ効果が蓄積されることがある。これを補償するために、選択された相互接続点においてクロス接続マトリックスに再生ステージを付加しなければならないことがある。この再生装置は、ワイドレンジPLL（位相同期ループ）であり、到来するデジタルデータストリームにロックし、クロックを回復し、そのクロックを使用してデジタルストリームを再生する。再生器はストリーム中のデータの特定のフォーマットを知る必要はなく、デジタル遷移にロックすることが出来、分散及びジッタに関してエッジを整形できるようにすることのみが必要となる。PLLが、ロック範囲又は中心周波数の設定を必要とすれば、制御されるべきハードウェアに向けられた保守チャンネルのコンフィギュレーションメッセージによって対応することが出来る。

【0040】種々の外部データ源を、各波長のデータバスに接続することが出来る。これは、OC-3、OC-12、Newbridge ISL（Inter Shelf Links）等の所有権付きのインターフェイスを含み、さらにギガビットイーサネット源を含むことが出来る。上記のように、波長は保守チャンネルを搬送し、その保守チャンネルは、保守チャンネルデータストリームから直接発生されるFSK変調器によって駆動さ

(8)

特開平11-331224

れる。

【0041】マルチノードのWDMリングネットワークでは、装置の基本的動作パラメータ及びこうしたネットワークにおいて使用可能な他の光学要素を調整することによって、レーザ装置の制御に用いられる情報を交換するために相互に通信することが出来る個別のノードによって、全体の経済性の最適化を図る機会がある。レーザパラメータの局部的最適化の方法は、文献に説明されている。しかしながら、この提案は、ネットワークの動作パラメータを調整できるという意味で、より完全なエンドツーエンド法を用いる。また、例えばこのようなリング構成に存在し得る中心周波数位置からロールオフするフィルタ及びゲイン要素等の他のネットワーク要素の規格の許容誤差の減少を考慮することが出来る。

【0042】WDMリングにおける二点間で動作する各波長に関して、レーザ源、合波フィルタ（又は、合波/分波フィルタの一部）、ファイバ伝送媒体、分波フィルタ（又は、合波/分波フィルタの一部）、光学検出器及びシステムの他の部分に信号を転送するための経路設定を行う補助的な受信電子部品がある。

【0043】レーザ源は、レーザ電流閾値、交調電流レベル及び動作温度を設定することによって制御される。動作波長は、相手方の検出器に最大信号エネルギーを与えるように（温度制御によって）調整される。この処理は、個々の構成部品の許容誤差による損失を最小化するために、発振された波長を結合されたカスケードフィルタの応答に合わせる。

【0044】光パワーのピークと消光比（ER）は、特別の電子回路又は組み込まれたマイクロコントローラによって調整、制御される。バイアスレベルとピークレベルのレーザのスロープ効率は、それぞれ非常に小さいステップでバイアス電流及びピーク電流を変化させることによって、測定できる。こうした測定は、レーザER及びピークパワーの頻繁な監視及び制御を可能とする。

【0045】受信ノードにおける受信パワーレベルを監視している間、レーザの動作波長の調整（例えば、レーザの動作温度の調整）により、波長の安定が得られる。WDMフィルタモジュールは、各波長チャンネルに関して狭い通過帯域（約1 nm）を有し、他の光学特性を持っているので、通常ベースでレーザの動作波長を精密に再調整することが出来る。

【0046】リングの二つの異なる部分において同一の波長で動作するような場合には、「ビートノイズ」（光源間のコヒーレントな干渉効果）を最小化するためにわずかに異なる点の動作波長を設定することが必要になる。このノイズ要素は、動作波長をごく小さな量（0.05 nm乃至0.2 nm）だけ分離することにより克服される。

【0047】レーザ動作の他のパラメータ（閾値）及び変調深さは、受信アイ信号を所定のデータレートに対し

て最適化するように、エンドツーエンドで制御される。光波長に重畳される保守信号は、mtceチャンネルの誤り動作（光ビームの主データチャンネルの誤り率に直接比例する）を測定する手段となる。メッセージのフィードバックによって、受信信号の状態がレーザ送信器に帰還され、補正動作又は安定化ルーチンが実行される。この特定の制御ルーチンは、レーザ制御回路に関連づけられた内蔵プロセッサで実行されるソフトウェアのアルゴリズムである。これらの制御アルゴリズムは、波長安定ルーチン及び受信アイ信号最適化を含んでいる。

【0048】WDMレーザ光源と受信器（分波/合波フィルタを含む）のネットワークでは、受信器において所望のビット誤り率を達成するのに十分な光エネルギーを得るために、個別の波長又は波長のグループに増幅を加えることが必要となる。周知のトポロジー状態において、多数のEDFA要素をシステムに付加して、ファイバ及びフィルタ損失による伝送損失を解消することが出来る。リングのトポロジー及びリング構成であるという事実によって、EDFAのゲイン等の固定ゲインブロックは、特定することが困難であり、システム中のある波長の性能を損なうおそれがある。

【0049】電氣的にプログラム可能な減衰要素に組み合わされたSOA要素という形態に、問題の解決策が存在する。この技術は、個別の要素の形で得ることができ、あるいはシリコン導波構造に集積することが出来る。SOAは、所要の純粋なゲインを与え、プログラム可能な減衰器は、一つのノード間レベルでの信号レベルを、リング中の他のノード間レベルにおいて必要とされるレベルに依存しないで最適化することを可能とする。SOAと減衰器の組み合わせは、レーザ光源に（後段増幅器として）適用可能であり、受信器に（前段増幅器として）適用可能であり、またその双方に適用可能である。

【0050】ファイバベースのリングシステムにおけるゲインブロックとしてEDFA要素を使用することが望まれる場合、プログラム可能な減衰器を、受信器における受信信号レベルの最適化に用いることが出来る。これは、SOA/減衰器システムほど柔軟な解決策を与えるものではないかも知れないが、このような増幅された合波/分波システムにおいて必要とされる個別のチャンネルのゲインの調整の問題を克服すると考えられる。

【0051】全ての場合において、システムの最適化に重要な事項は、システムが光源/受信器間のmtceチャンネルと通信可能であることであり、最良の端部間の性能及びWDM通信網の管理を得られるように、制御アルゴリズムを介して信号の動作レベルを最適化出来ることである。

【0052】各ノードの保守及び制御プロセッサは、プロセッサと、RAMと、プログラム及びアプリケーションを格納するフラッシュメモリと、いくつかのシリアル

(9)

特開平11-331224

インターフェイス (MTCEリンク毎に一つ) を有する小型コンピュータボードである。プロセッサには、TCP/IPルーチンと制御モジュール (Flexcomルータ及び制御スイッチ) により増強されたDOSで動作する。Flexcom社の製品は、内蔵されたDOSとともに動作するマルチタスクのOSであるので、レーザの動作及び保守に固有のいくつかのモニタ及び制御機能は、このSWに一体化される。ステータス機能及びレポート機能も含められる。

【0053】このスイッチによって、システム内の全てのノードは、各プロセッサへのTelnetセッションを操作するリモートPCによって、制御、監視することができる。保守トラヒックは、保守プロセッサを介して他のノード又は内在する装置にルーティングされる。

【0054】図11は、保守チャンネルを生成する装置を示している。レーザ91のドライバ90は、入力において保守チャンネル95を受けるFSK変調器93によって変調されるバイアス入力92を有している。データチャンネルは全てデジタルで、ドライバ90の主入力に与えられる。

【0055】図11に示す装置は、各波長にパイロットトーンを埋め込むが、それは低ビットレート (<256 kbps) であってよい。このパイロットトーンは、MTCEチャンネルのデータストリームを連続するトーンに変調するFSK変調器93が行うバイアス電流の変調によって波長チャンネルに注入される。QAM-64やQAM-256もしくはOFDM等の他のキャリア変調システムを用いることも可能である。パイロットトーンのレベルは、主データパスで約20dBである。純粋にデジタルの主データチャンネルのBER上のパイロットトーンの効果は最小となる。これは、そのパイロットトーンが、高ビットレートデータを搬送する部分を大きく外れたスペクトル分布曲線の部分で搬送されるためである。

【0056】MTCEチャンネル変調は、ノード間の波長の一体性を確保し、波長リンクのパワーレベルの予測を与え、ノードのステータス及びモニタ (SNMP、RMONタイプのメッセージング)、ネットワークレベルにおけるタイミグ同期の分布、ノードプロセッサ及び内在する装置のためのSW及びFWのダウンロードを可

能とする。

【0057】MTCEチャンネルは、通常の「データパイプ」に依存せずに変調されるので、MTCEは、主チャンネルのデータフォーマットがどのようなものであるかを知る必要がない。これは、エンドユーザのアプリケーション及びアクセスのフォーマットの独立性を可能とする上で非常に重要である。

【0058】上述の装置は、ネットワークに30kmまでの距離においてテラビット/秒の範囲のデータの搬送を可能とし、リングがカスケード接続されている場合は、より高速となる。例えば、ATM交換機等の高速交換機の構成部材をキャンパスの広さのネットワークにわたって分散することができ、中継線カードやプロセッサを大幅に削減することが可能となる。図13は、そのような分散スイッチの一例を示す。スイッチ部材100は、上述の要領で相互接続されたノード110を用いるリング1を介して相互接続される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 波長分割多重化 (WDM) 双方向リングネットワークの物理的レイアウトを示すブロック図である。

【図2】 本発明による代表的なシステムで使用される波長の帯域を示す図である。

【図3】 ネットワークノードの機能を示すブロック図である。

【図4】 光クロス接続スイッチを備えたネットワークノードのブロック図である。

【図5】 波長帯接続を示すリングの図である。

【図6】 保護スイッチングを示すリングの図である。

【図7】 ハブ型接続パターンの一例を示す図である。

【図8】 メッシュ型接続パターンの一例を示す図である。

【図9】 ベイロード信号の例を示すリングの図である。

【図10】 ビットレート数モニタを示す図である。

【図11】 保守チャンネル信号ドライバのブロック図である。

【図12】 各波長のスペクトル強度を示すグラフである。

【図13】 分散ATM交換機のブロック図である。